

CIRCUITOS ELÉCTRICOS SERIE, PARALELO Y MIXTO: CÁLCULO DE MAGNITUDES

1 INTRODUCCIÓN

El presente tema, trata del cálculo de magnitudes en circuitos eléctricos en serie, paralelo y mixto. El alumno estará familiarizado con los parámetros de corriente continua y alterna y conocerá el comportamiento de las impedancias óhmica, inductiva y capacitiva. Una vez estudiado el tema, el alumno tendrá capacidad para diferenciar un circuito serie, paralelo y mixto en corriente continua y alterna.

2 CIRCUITO DE RESISTENCIAS EN SERIE

El circuito está formado por varias resistencias en serie (en una misma línea continua) por la que circula la misma intensidad. Características:

- La intensidad que circula es la misma en todas ellas. $I_T = I_1 = I_2 = I_3$
- La tensión no es la misma. La tensión total es la suma de las tensiones parciales. $V = V_1 + V_2 + V_3$
- La resistencia total es igual a la suma todas ellas. $R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$.

3 CIRCUITO DE RESISTENCIAS EN PARALELO

Formado por varias resistencias colocadas en paralelo y todas sometidas a una misma tensión. Características:

- La inversa de la resistencia total es igual a la suma de las inversas de las resistencias parciales.

$$R_T = 1 / (1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3)$$

- La intensidad que circula no es la misma en todas ellas. La intensidad total es la suma de las intensidades parciales. $I_T = I_1 + I_2 + I_3$
- La tensión total es igual a las tensiones parciales. Es la misma en todas ellas. $V_T = V_1 = V_2 = V_3$

4 CIRCUITO MIXTO DE RESISTENCIAS

Es aquel circuito en el que se conectan resistencias en serie y en paralelo. Para el cálculo de magnitudes se procede de igual manera que en caso de resistencias en serie y en paralelo. Reduciremos el circuito a las resistencias totales de ambos circuitos (serie – paralelo).

5 CIRCUITO SERIE. CÁLCULO DE MAGNITUDES

En corriente alterna tanto la intensidad y la tensión se representan en forma senoidal

$$\begin{aligned} I &= I_{\text{máx}} * \text{sen}(\omega t + \varphi) \\ \varepsilon &= \varepsilon_{\text{máx}} * \text{sen}(\omega t + \varphi) \end{aligned}$$

En un circuito serie, como la intensidad que circula es la misma, tendremos que:

$$\begin{aligned} I &= I_{\text{máx}} * \text{sen}(\omega t) \\ \varepsilon &= \varepsilon_{\text{máx}} * \text{sen}(\omega t + \varphi) \end{aligned}$$

Esto significa que la tensión estará en desfase con respecto a la intensidad.

5.1 Circuito Serie RL

Circuito formado por generador (G), Resistencia (R) y Bobina con autoinducción (L). La resistencia total del circuito queda concentrada en el elemento de resistencia R y la reactancia total del circuito X_L queda concentrada en la inductancia L.

- Llamaremos impedancia (Z) del circuito de corriente alterna compuesto por resistencia e inductancia, como la suma geométrica de las resistencias óhmica y la reactancia inductiva del mismo:

$$X_L = \omega * L$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

- La impedancia es pues, la hipotenusa del triángulo rectángulo formado por el valor de la resistencia R y la reactancia inductiva X_L .

Los valores de la resistencia y reactancia inductiva en función de la impedancia valen:

$$R = Z \cdot \cos\varphi$$

$$X_L = Z \cdot \sin\varphi$$

$$\tan\varphi = X_L / R$$

La tensión total del circuito, estará adelantada con respecto a la intensidad I_{\max} un ángulo φ (90°). Luego:

$$\varepsilon = \varepsilon_{\max} \cdot \sin(\omega t + \pi/2)$$

Conociendo el valor de la impedancia la tensión total se determina con la Ley de Ohm: $V = I \cdot Z$. Y la Intensidad $I = V / Z$.

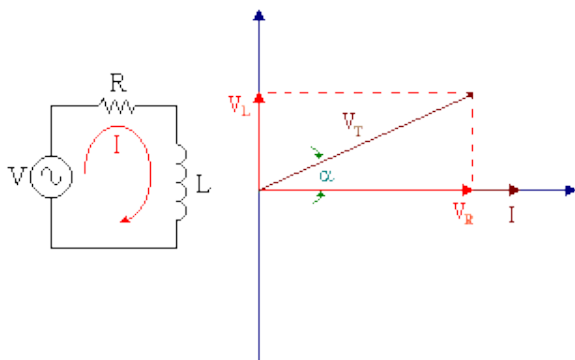


Diagrama senoidal:

5.2 Circuito Serie RC

Circuito formado por resistencia óhmica y un condensador en serie con reactancia capacitiva X_C . En dicho circuito toda la resistencia está concentrada en R y toda la capacidad del circuito está concentrada en C.

A diferencia con lo sucedido para la autoinducción, ahora la tensión estará retrasada 90° respecto a la corriente I_{\max} . Luego:

$$\varepsilon = \varepsilon_{\max} \cdot \sin(\omega t - \pi/2)$$

La impedancia será la suma geométrica de la resistencia y la reactancia capacitiva X_C .

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

La impedancia es pues, la hipotenusa del triángulo rectángulo formado por el valor de la resistencia R y la reactancia capacitiva X_C . Reactancia $X_C = 1 / \omega \cdot C$

Los valores de la resistencia y reactancia capacitiva en función de la impedancia valen:

$$R = Z \cdot \cos\varphi$$

$$X_C = Z \cdot \sin\varphi$$

$$\tan\varphi = X_C / R$$

Conociendo el valor de la impedancia la tensión total se determina con la Ley de Ohm: $V = I \cdot Z$. Y la Intensidad $I = V / Z$.

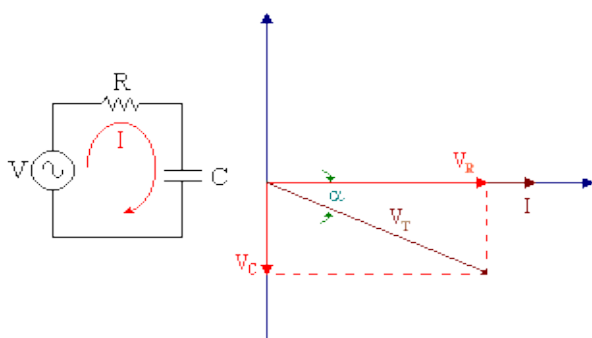


Diagrama senoidal:

5.3 Circuito serie RLC

Circuito formado por generador (G), Resistencia (R), Bobina (L) y un condensador (C).

Su tensión senoidal será la suma de las tres tensiones senoidales:

- La tensión de la bobina (autoinducción) está adelantada 90° ($\pi/2$) con respecto a la corriente.
- La tensión de la resistencia está s fase ($\varphi = 0$) con respecto a la corriente.
- La tensión del condensador está atrasada 90° ($\pi/2$) con respecto a la corriente.

Llamaremos impedancia (Z) de este circuito de corriente alterna como la suma geométrica de las resistencias óhmica y la reactancia combinada ($X = X_L - X_C$) del mismo:

$$\begin{aligned} X_L &= \omega * L \\ X_C &= 1 / \omega * C \end{aligned}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

$$\text{Tag} \varphi = X / R$$

Para determinar las magnitudes, podemos considerar tres casos:

- Reactancia inductiva mayor que reactancia capacitiva $X_L > X_C$: el circuito tiene carácter inductivo.
- Reactancia inductiva menor que reactancia capacitiva $X_L < X_C$: el circuito tiene carácter capacitivo.
- Reactancia inductiva igual que reactancia capacitiva $X_L = X_C$: circuito en resonancia.

La impedancia es pues, según el caso en que nos encontremos, la hipotenusa del triángulo rectángulo formado por el valor de la resistencia R y la reactancia inductiva X_L o capacitiva X_C , según lo visto anteriormente para los circuitos RL y RC. Igualmente, los valores de la resistencia y reactancia inductiva en función de la impedancia se calcularán según el caso en que nos encontremos.

Conociendo el valor de la impedancia la tensión total se determina con la Ley de Ohm: $V = I * Z$. Y la Intensidad $I = V / Z$.

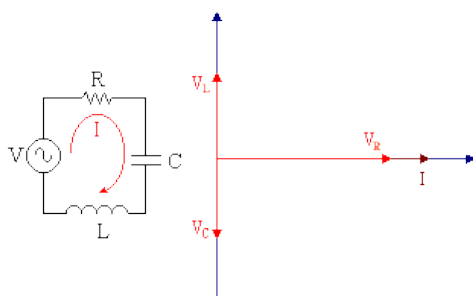


Diagrama senoidal:

6 CIRCUITO PARALELO. CÁLCULO DE MAGNITUDES

En un circuito paralelo, como la tensión es la misma, tendremos que:

$$\begin{aligned} I &= I_{\text{máx}} * \text{sen}(\omega t + \varphi) \\ \varepsilon &= \varepsilon_{\text{máx}} * \text{sen}(\omega t) \end{aligned}$$

Esto significa que la Intensidad estará desfasada con respecto a la tensión un ángulo φ .

6.1 Circuito paralelo RL

Circuito (en paralelo) formado por generador (G), Resistencia (R) y Bobina con autoinducción (L).

- La corriente será igual a la suma geométrica de las corrientes parciales, tomando valores máximos.

$$I_{\text{máx}} = \sqrt{I_{\text{amáx}}^2 + I_{\text{Rmáx}}^2}$$

Para los valores eficaces, tenemos igualmente que:

$$I = \sqrt{I_a^2 + I_R^2}$$

Conociendo el valor de la corriente I obtenemos:

$$I_R = I \cdot \cos\varphi$$

$$I_a = I \cdot \sin\varphi$$

$$\operatorname{Tg}\varphi = I_a / I_R$$

La Intensidad total del circuito, estará atrasada con respecto a la tensión un ángulo φ (90°). Luego:

$$I = I_{\max} \cdot \sin(\omega t - \pi/2)$$

Sabiendo que ($I = V/R$), tenemos para la inductancia y la resistancia respectivamente:

$$I_a = V / X_L$$

$$I_R = V / R$$

Sustituyendo en $\operatorname{Tg}\varphi$ obtenemos la expresión:

$$\operatorname{Tg}\varphi = R / X_L$$

$$\cos\varphi = \frac{X_L}{\sqrt{R^2 + X_L^2}}$$

La admitancia Y es pues, la hipotenusa del triángulo rectángulo formado por conductancia G ($G = 1/R$) y susceptancia inductiva S ($S = 1/X_L$).

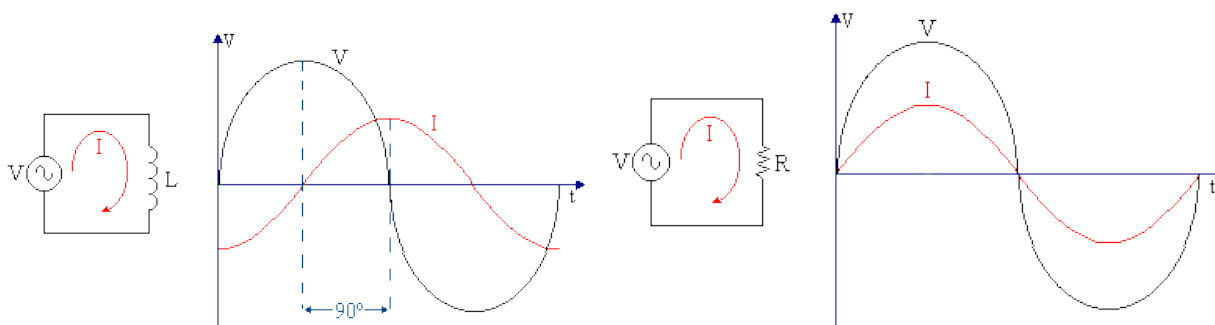
$$X_L = \omega \cdot L$$

$$Y = \frac{\sqrt{R^2 + X_L^2}}{R \cdot X_L} \text{ siemens}$$

De donde se deduce la expresión impedancia Z

$$Z = \frac{R \cdot X_L}{\sqrt{R^2 + X_L^2}} \text{ Ohmios}$$

Y la corriente total del circuito será $I = V / Z$.



6.2 Circuito paralelo RC

Circuito (en paralelo) formado por generador (G), Resistencia (R) y condensador con capacidad (C).
La corriente será igual a la suma geométrica de las corrientes parciales, tomando valores máximos.

$$I_{\max} = \sqrt{I_{C\max}^2 + I_{R\max}^2}$$

La Intensidad total del circuito, estará adelantada con respecto a la tensión un ángulo φ (90°). Luego:

$$I = I_{\max} \cdot \sin(\omega t + \pi/2)$$

Sustituyendo por los valores eficaces:

$$I_R = I \cdot \cos\varphi$$

$$I_C = I \cdot \sin\varphi$$

$$\operatorname{Tg}\varphi = I_C / I_R$$

- Sabiendo que ($I = V/R$), tenemos para la inductancia y la resistencia respectivamente:

$$I_C = V / X_C$$

$$I_R = V / R$$

- Sustituyendo en $\operatorname{Tg}\varphi$ obtenemos la expresión:

$$\operatorname{Tg}\varphi = R / X_C$$

$$\cos\varphi = \frac{X_C}{\sqrt{R^2 + X_C^2}}$$

La admitancia Y es pues, la hipotenusa del triángulo rectángulo formado por conductancia G ($G = 1/R$) y susceptancia capacitiva S ($S = 1/X_C$).

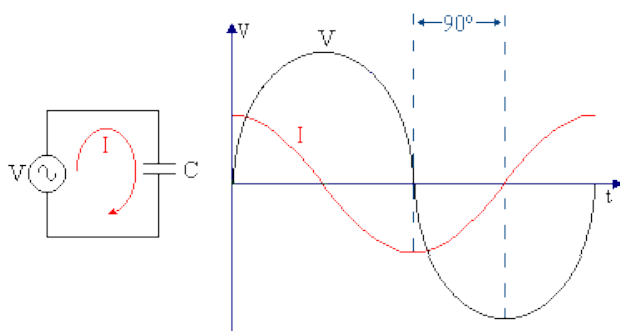
$$X_C = 1 / \omega \cdot L$$

$$Y = \frac{\sqrt{R^2 + X_C^2}}{R \cdot X_C} \text{ siemens}$$

De donde se deduce la expresión impedancia Z

$$Z = \frac{R \cdot X_C}{\sqrt{R^2 + X_C^2}} \text{ Ohmios}$$

Y la corriente total del circuito será $I = V / Z$.



6.3 Circuito paralelo RLC

- Circuito (en paralelo) formado por generador (G), Resistencia (R) condensador con capacidad (C) y autoinducción (L).
- La corriente será igual a la suma geométrica de las corrientes parciales, tomando valores máximos.

$$I_{\max} = \sqrt{I_{R\max}^2 + (I_{C\max}^2 - I_{a\max}^2)}$$

En valores eficaces:

$$I = \sqrt{I_R^2 + (I_C^2 - I_a^2)}$$

El desfase de la intensidad con respecto la tensión viene dado por:

$$\operatorname{Tg}\varphi = (I_a - I_C) / I_R$$

Y la Impedancia total del circuito $Z = V / I$.

7 CIRCUITOS MIXTOS

Son los formados por combinaciones serie y paralelo. Para su resolución, primero calcularemos la impedancia total, continuando con las corrientes parciales y por último las caídas de tensión en cada uno de los distintos elementos.

ÍNDICE

| | | |
|----------|--|----------|
| 1 | INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 2 | CIRCUITO DE RESISTENCIAS EN SERIE..... | 1 |
| 3 | CIRCUITO DE RESISTENCIAS EN PARALELO..... | 1 |
| 4 | CIRCUITO MIXTO DE RESISTENCIAS..... | 1 |
| 5 | CIRCUITO SERIE. CÁLCULO DE MAGNITUDES..... | 1 |
| 5.1 | CIRCUITO SERIE RL..... | 1 |
| 5.2 | CIRCUITO SERIE RC..... | 2 |
| 5.3 | CIRCUITO SERIE RLC..... | 3 |
| 6 | CIRCUITO PARALELO. CÁLCULO DE MAGNITUDES..... | 3 |
| 6.1 | CIRCUITO PARALELO RL..... | 3 |
| 6.2 | CIRCUITO PARALELO RC..... | 4 |
| 6.3 | CIRCUITO PARALELO RLC..... | 5 |
| 7 | CIRCUITOS MIXTOS..... | 5 |